

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-118683

(P2001-118683A)

(43) 公開日 平成13年4月27日 (2001.4.27)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	B
C 0 7 D 235/08		C 0 7 D 235/08	
307/87		307/87	
C 0 9 K 11/06	6 1 0	C 0 9 K 11/06	6 1 0
	6 4 5		6 4 5
審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-223449(P2000-223449)

(22) 出願日 平成12年7月25日(2000.7.25)

(31) 優先権主張番号 特願平11-228353

(32) 優先日 平成11年8月12日(1999.8.12)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003159

東レ株式会社

東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号

(72) 発明者 小濱 亨

滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内

(72) 発明者 富永 剛

滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内

(72) 発明者 槇山 暁

滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内

(54) 【発明の名称】 発光素子

(57) 【要約】

【課題】 発光効率が高く、高輝度で色純度に優れた、発光素子を提供する。

【解決手段】 正極と負極の間に発光を司る物質が存在し、電気エネルギーにより発光する素子であって、発光を司る物質が少なくともゲスト材料とホスト材料より構成され、ホスト材料の発光スペクトルのピークが300nm以上460nm以下であることを特徴とする発光素子である。

BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】正極と負極の間に発光を司る物質が存在し、電気エネルギーにより発光する素子であって、発光を司る物質が少なくともゲスト材料とホスト材料より構成され、ホスト材料の発光スペクトルのピークが300nm以上460nm以下であることを特徴とする発光素子。

【請求項2】発光スペクトルのピークが440nm以上460nm以下であることを特徴とする請求項1記載の発光素子。

【請求項3】ゲスト材料がイソベンゾフラン誘導体であることを特徴とする請求項1記載の発光素子。

【請求項4】該発光素子がマトリクスおよび／またはセグメント方式によって表示するディスプレイを構成することを特徴とする請求項1～3のいずれか記載の発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気エネルギーを光に変換できる素子であって、表示素子、フラットパネルディスプレイ、バックライト、照明、インテリア、標識、看板、電子写真機、光信号発生器などの分野に利用可能な発光素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】負極から注入された電子と正極から注入された正孔が両極に挟まれた有機蛍光体内で再結合する際に発光する有機積層薄膜発光素子の研究が近年活発に行われている。この素子は、薄型、低駆動電圧下での高輝度発光、蛍光材料を選ぶことによる多色発光が特徴である。

【0003】有機積層薄膜素子が高輝度に発光することは、コダック社のC. W. Tangらによって初めて示された(Appl. Phys. Lett. 51 (12) 21, p. 913, 1987)。コダック社の提示した有機積層薄膜発光素子の代表的な構成は、ITOガラス基板上に正孔輸送性のジアミン化合物、発光層であり、電子輸送性も併せ持った8-ヒドロキシキノリンアルミニウム、そして負極としてMg:Agを順次設けたものであり、10V程度の駆動電圧で1000カンデラ/平方メートルの緑色発光が可能であった。現在の有機積層薄膜発光素子は、上記の素子構成要素の他に、電子輸送層を別に設けているものなど構成を変えているものもあるが、基本的にはコダック社の構成を踏襲している。

【0004】発光層はホスト材料のみで構成されることもあるが、発光効率や色純度を向上させるために、ホスト材料にゲスト材料をドーピングして構成される。発光材料は三原色揃うことが求められているが、これまでは緑色発光材料の研究が最も進んでいる。現在は赤色発光材料と青色発光材料において、特性向上を目指して鋭意研究がなされている。特に青色発光材料において高輝度

で色純度の良い発光の得られるものが望まれている。

【0005】ホスト材料としては、前述のトリス(8-キノリノラト)アルミニウムを始めとするキノリノール誘導体の金属錯体、ベンズオキサゾール誘導体、スチルベン誘導体、ベンズチアゾール誘導体、チアジアゾール誘導体、チオフエン誘導体、テトラフェニルプタジエン誘導体、シクロペンタジエン誘導体、オキサジアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体金属錯体、ベンズアゾール誘導体金属錯体などがあげられる。

10 【0006】一方、ゲスト材料としてのドーパント材料には、レーザー染料として有用であることが知られている、7-ジメチルアミノ-4-メチルクマリンを始めとする蛍光性クマリン染料、ジシアノメチレンピラン染料、ジシアノメチレンチオピラン染料、ポリメチン染料、シアニン染料、オキソベンズアンスラセン染料、キサンテン染料、ローダミン染料、フルオレセイン染料、ピリリウム染料、カルボスチル染料、ペリレン染料、アクリジン染料、ビススチリルベンゼン染料、ピレン染料、オキサジン染料、フェニレンオキサイド染料、ペリレン、テトラセン、ペンタセン、キナクリドン化合物、キナゾリン化合物、ピロロピリジン化合物、フロピリジン化合物、1, 2, 5-チアジアゾロピレン誘導体、ベリノン誘導体、ピロロピロール化合物、スクアリリウム化合物、ピオラントロン化合物、フェナジン誘導体、アクリドン化合物、ジアザフラビン誘導体などが知られている。

30 【0007】青色発光材料においては、比較的良好な性能が得られている例として、ホスト材料にキノリノール誘導体と異なる配位子を組み合わせた金属錯体を、ゲスト材料にペリレンなどの芳香族縮合環誘導体を用いた例(特開平6-172751号公報)や、ホスト材料とゲスト材料に異種のビススチリルベンゼン誘導体を用いた例(特開平5-17765号公報)などがあげられるが、特に色純度が充分ではない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来技術に用いられる発光材料(ホスト材料とゲスト材料)には、発光効率が低く消費電力が高いものや、化合物の耐久性が低く素子寿命の短いものが多かった。また、フルカラーディスプレイとして赤色、緑色、青色の三原色発光が求められているが、赤色、青色発光においては、発光波長を満足させるものは少なく、発光ピークの幅も広く色純度が良いものは少ない。中でも青色発光において、耐久性に優れた十分な輝度と色純度特性を示すものが必要とされている。

【0009】本発明は、かかる従来技術の問題を解決し、発光効率が高く、高輝度で色純度に優れた発光素子を提供することを目的とするものである。

【0010】

50 【課題を解決するための手段】本発明は、正極と負極の

間に発光を司る物質が存在し、電気エネルギーにより発光する素子であって、発光を司る物質が少なくともゲスト材料とホスト材料より構成され、ホスト材料の発光スペクトルのピークが300nm以上460nm以下であることを特徴とする発光素子とするものである。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明における正極は、光を取り出すために透明であれば、酸化錫、酸化インジウム、酸化錫インジウム（ITO）などの導電性金属酸化物、あるいは、金、銀、クロムなどの金属、ヨウ化銅、硫化銅などの無機導電性物質、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリアニリンなどの導電性ポリマなど特に限定されるものでないが、ITOガラスやネサガラスを用いることが特に望ましい。透明電極の抵抗は素子の発光に十分な電流が供給できればよいので限定されないが、素子の消費電力の観点からは低抵抗であることが望ましい。例えば300Ω/□以下のITO基板であれば素子電極として機能するが、現在では10Ω/□程度の基板の供給も可能になっていることから、20Ω/□以下の低抵抗の基板を使用することが特に望ましい。ITOの厚みは抵抗値に合わせて任意に選ぶことができるが、通常100～300nmの間で用いられることが多い。また、ガラス基板はソーダライムガラス、無アルカリガラスなどが用いられ、また厚みも機械的強度を保つのに十分な厚みがあればよいので、0.7mm以上あれば十分である。ガラスの材質については、ガラスからの溶出イオンが少ない方がよいので無アルカリガラスの方が好ましいが、SiO₂などのバリアコートを施したソーダライムガラスも市販されているのでこれを使用できる。ITO膜形成方法は、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法、化学反応法など特に制限を受けるものではない。

【0012】本発明における負極は、電子を効率よく、発光を司る物質または発光を司る物質に隣接する物質（例えば電子輸送層）に注入できる物質であれば特に限定されない。一般的には白金、金、銀、銅、鉄、錫、アルミニウム、インジウム、リチウム、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウムなどがあげられる。電子注入効率を上げて素子特性を向上させるためには、リチウム、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウムまたはこれら低仕事関数金属を含む合金が有効である。しかし、これら低仕事関数金属は一般に大気中で不安定であることが多く、電極保護のために白金、金、銀、銅、鉄、錫、アルミニウム、インジウムなどの金属、またはこれらの金属を用いた合金、そしてシリカ、チタニアなどの無機物、ポリビニルアルコール、塩化ビニルなどのポリマを積層することが好ましい。これらの電極の作製法も、抵抗加熱法蒸着、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、コーティング法など導通を取ることができれば、特に制限されない。

【0013】本発明における発光を司る物質の構成は、1) 正孔輸送材料／発光材料、2) 正孔輸送材料／発光材料／電子輸送材料、3) 発光材料／電子輸送材料、そして、4) 以上の組合わせ物質を一層に混合した形態、のいずれであってもよい。即ち、上記1)～3)の多層積層構造の他に、4)のように発光材料単独または発光材料と正孔輸送材料、あるいは発光材料と正孔輸送材料および電子輸送材料を含む層を一層設けるだけでもよい。

10 【0014】本発明における正孔輸送材料としては、電界を与えられた電極間において正極からの正孔を効率良く輸送することが必要で、正孔注入効率が高く、注入された正孔を効率良く輸送することが望ましい。そのためにはイオン化ポテンシャルが小さく、しかも正孔移動度が大きく、さらに安定性に優れ、トラップとなる不純物が製造時および使用時に発生しにくい物質であることが要求される。このような条件を満たす物質として、特に
20 限定されるものではないが、ビスカルバゾリル誘導体、TPD、m-MTDATA、α-NPDなどのトリフェニルアミン誘導体、ピラゾリン誘導体、スチルベン系化合物、ヒドラゾン系化合物、オキサジアゾール誘導体やフタロシアニン誘導体に代表される複素環化合物、ポリビニルカルバゾール、ポリシランなどの既知の正孔輸送材料を使用できる。これらの正孔輸送材料は単独でも用いられるが、異なる正孔輸送材料と積層または混合して使用しても構わない。

【0015】本発明における発光材料は少なくともホスト材料とゲスト材料より構成される。ゲスト材料はホスト材料の全体に含まれていても、部分的に含まれていても、いずれであってもよい。ゲスト材料は積層されていても、分散されていても、いずれであってもよい。

【0016】ドーピング法はホスト材料に微量のゲスト材料を含有させ、発光効率を向上させたり、発光色を変化させる（発光ピークを移動させる）ものであるが、ドーピング法ではホスト分子からゲスト分子へのエネルギー移動は、高エネルギー側（短波長側）から低エネルギー側（長波長側）へ行われるので、基本的に発光ピークの移動は短波長側から長波長側にしか行われない。というのも、エネルギー移動にはホスト材料の発光スペクトルとゲスト材料の励起スペクトルの重なりが必要となり、ゲスト材料の発光スペクトルはゲスト材料の励起スペクトルよりも必ず長波長側になるからである。従って期待される発光スペクトルのピーク波長は、ホスト材料の発光スペクトルより大きく長波長側になる可能性が大きい。

【0017】しかし、ホスト材料と同程度の発光スペクトルのピーク波長を得る方法がないわけではない。半幅の広い発光スペクトルを有するホスト材料と、ストークスシフト（ここで、ストークスシフトは蛍光体の蛍光スペクトルのピーク波長と励起スペクトルのピーク波長

の差で定義される。)の小さいゲスト材料を組み合わせることで行われる。半値幅が広いため、発光スペクトルのピーク波長が同程度でも、ホスト材料の発光スペクトルの短波長側成分がゲスト材料の励起スペクトルと重なることを利用するものである。この方法を用いると、僅かではあるが、発光スペクトルのピーク波長を短波長化することもできる。しかし、この場合はホスト材料の発光スペクトルとゲスト材料の励起スペクトルの重なりが少なくなり、無理矢理ゲスト材料からの発光を得るので、エネルギー移動が効率よく行われず、ホスト材料からの発光が残るなど、色純度の良い発光が得にくい。

【0018】フルカラーディスプレイに必要なRGB発光を得ようとする時、発光スペクトルのピーク波長が黄色(550nm程度)のホスト材料では、それよりも長波長の赤色(620nm程度)や前述した方法を用いて同程度の黄色(550nm程度)の発光しか得られない。また、発光スペクトルのピーク波長が緑色(520nm程度)のより短波長化したホスト材料でも、前述の方法ではやはりそれよりも長波長の赤色(620nm程度)や黄色(550nm程度)、同程度の緑色(520nm程度)までの発光しか得られない。RGB発光を得るには、青色(460nm程度)以下の発光スペクトルのピーク波長を有するホスト材料が必要となる。

【0019】そこで、本発明におけるホスト材料の発光スペクトルのピーク波長は460nm以下が好ましく、ストークスシフトを考慮すると440nm以下がさらに好ましい。また大きく短波長側になるとゲスト材料の励起スペクトルとの重なりが小さくなるので、ホスト材料の発光スペクトルは300nm以上が好ましく、350nm以上がさらに好ましい。

【0020】本発明は、RGB発光の中でも特に青色発光を得るのに有効である。そして、発光スペクトルのピーク波長が460nm以下の、色純度の良い青色発光を得るのに特に有効である。ただ、大きく短波長側になると視感度の影響で効率が悪くなるので、青色発光の発光スペクトルのピーク波長は440nm以上が望ましい。

【0021】ホスト材料は、発光スペクトルが300nm以上460nm以下であれば特に構造は限定されないが、ベンズイミダゾール誘導体、フェナンスロイミダゾール誘導体、イミダゾピリジン誘導体、スピロフルオレンインデン誘導体、スピロビスフルオレン誘導体、フェナンスレン誘導体、ピレン誘導体、トリブチセン誘導体、アリアルシラン誘導体などがあげられる。ホスト材料は一種類のみに限る必要はなく、異なるホスト材料の一種類以上を混合して用いてもよい。

【0022】ゲスト材料は特に限定されないが、色純度の良い青色発光を得るために、発光スペクトルが440nm以上460nm以下であることが好ましい。具体的にはイソベンゾフラン誘導体、クマリン誘導体、縮合芳

香族環誘導体などがあげられる。また蛍光量子効率が高く、その発光スペクトルのピークはシャープで色純度が良好であるので、イソベンゾフラン誘導体を用いることがより好ましい。イソベンゾフラン誘導体は蛍光スペクトルと励起スペクトルのピーク波長の差(ストークスシフト)が小さく、効率よくホスト材料の発光波長を変換することが出来る。ゲスト材料は、イソベンゾフラン誘導体一種類のみに限る必要はなく、異なるイソベンゾフラン誘導体を混合して用いたり、既知のゲスト材料の一種類以上をイソベンゾフラン誘導体と混合して用いてもよい。

【0023】本発明における電子輸送性材料としては、電界を与えられた電極間において負極からの電子を効率良く輸送することが必要で、電子注入効率が高く、注入された電子を効率良く輸送することが望ましい。そのためには電子親和力が大きく、しかも電子移動度が大きく、さらに安定性に優れ、トラップとなる不純物が製造時および使用時に発生しにくい物質であることが要求される。このような条件を満たす物質として、8-ヒドロキシキノリンアルミニウムに代表されるキノリノール誘導体金属錯体、トロポロン金属錯体、フラボノール金属錯体、ペリレン誘導体、ペリノン誘導体、ナフタレン、クマリン誘導体、オキサジアゾール誘導体、アルダジン誘導体、ビスチリル誘導体、ピラジン誘導体、フェナントリリン誘導体などがあるが特に限定されるものではない。これらの電子輸送材料は単独でも用いられるが、異なる電子輸送材料と積層または混合して使用しても構わない。

【0024】以上の正孔輸送層、発光層、電子輸送層に用いられる材料は単独で各層を形成することができるが、高分子結着剤としてポリ塩化ビニル、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリ(N-ビニルカルバゾール)、ポリメチルメタクリレート、ポリブチルメタクリレート、ポリエステル、ポリスルホン、ポリフェニレンオキサイド、ポリブタジエン、炭化水素樹脂、ケトン樹脂、フェノキシ樹脂、ポリアミド、エチルセルローズ、酢酸ビニル、ABS樹脂、ポリウレタン樹脂などの溶剤可溶性樹脂や、フェノール樹脂、キシレン樹脂、石油樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アルキド樹脂、エポキシ樹脂、シリコーン樹脂などの硬化性樹脂などに分散させて用いることも可能である。

【0025】本発明における発光を司る物質の形成方法は、抵抗加熱蒸着、電子ビーム蒸着、スパッタリング法、分子積層法、コーティング法など特に限定されるものではないが、通常は、抵抗加熱蒸着、電子ビーム蒸着が特性面で好ましい。層の厚みは発光を司る物質の抵抗値にもよるので限定できないが、10~1000nmの間から選ばれる。

【0026】本発明における電気エネルギーとは主に直

流電流を指すが、パルス電流や交流電流を用いることも可能である。電流値および電圧値は特に制限はないが、素子の消費電力、寿命を考慮すると、できるだけ低いエネルギーで最大の輝度が得られるようにするべきである。

【0027】本発明の発光素子はマトリクスまたはセグメント方式、あるいはその両者を組み合わせることによって表示するディスプレイを構成することが好ましい。

【0028】本発明におけるマトリクスは、表示のための画素が格子状に配置されたものをいい、画素の集合で文字や画像を表示する。画素の形状、サイズは用途によって決まる。例えばパソコン、モニター、テレビの画像および文字表示には、通常、一辺が $300\mu\text{m}$ 以下の四角形の画素が用いられるし、表示パネルのような大型ディスプレイの場合は、一辺が mm オーダーの画素を用いることになる。モノクロ表示の場合は、同じ色の画素を配列すればよいが、カラー表示の場合には赤、緑、青の画素を並べて表示させる。この場合典型的にはデルタタイプとストライプタイプがある。尚、本発明における発光素子は、赤、緑、青色発光が可能であるので、前記表示方法を用いれば、マルチカラーまたはフルカラー表示もできる。そして、このマトリクスの駆動方法としては、線順次駆動方法やアクティブマトリクスのどちらでもよい。線順次駆動の方が構造が簡単という利点があるが、動作特性を考慮するとアクティブマトリクスの方が優れる場合があるので、これも用途により使い分けが必要である。

【0029】本発明におけるセグメントタイプは、予め決められた情報を表示するようにパターンを形成し、決められた領域を発光させる。例えば、デジタル時計や温度計における時刻や温度表示、オーディオ機器や電磁調理器などの動作状態表示、自動車のパネル表示などがあげられる。そして、前記マトリクス表示とセグメント表示は同じパネルの中に共存していてもよい。

【0030】本発明の発光素子はバックライトとしても好ましく用いられる。本発明におけるバックライトは、主に自発光しない表示装置の視認性を向上させる目的に使用され、液晶表示装置、時計、オーディオ装置、自動車パネル、表示板、標識などに使用される。特に液晶表示装置、中でも薄型化が課題となっているパソコン用途のバックライトとしては、従来方式のものが蛍光灯や導光板からなっているため薄型化が困難であることを考えると、本発明におけるバックライトは薄型、軽量が特徴になる。

【0031】

【実施例】以下、実施例および比較例をあげて本発明を説明するが、本発明はこれらの例によって限定されるものではない。

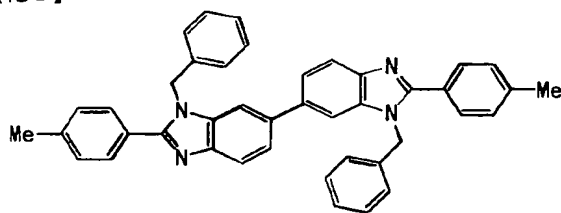
【0032】実施例1

ITO透明導電膜を 150nm 堆積させたガラス基板

(旭硝子(株)製、 $15\Omega/\square$ 、電子ビーム蒸着品)を $30\times 40\text{mm}$ に切断、エッチングを行った。得られた基板をアセトン、"セミコクリン"56で各々15分間超音波洗浄してから、超純水で洗浄した。続いてイソプロピルアルコールで15分間超音波洗浄してから熱メタノールに15分間浸漬させて乾燥させた。この基板を素子を作製する直前に1時間UV-オゾン処理し、真空蒸着装置内に設置して、装置内の真空度が $5\times 10^{-5}\text{Pa}$ 以下になるまで排気した。抵抗加熱法によって、まず正孔輸送材料として4,4'-ビス(N-(m-トリル)-N-フェニルアミノ)ビフェニルを 100nm 蒸着した。次にホスト材料として下記化合物EM1を用い、ゲスト材料として、1,3-ジ(2-メチルフェニル)イソベンゾフランを用いて、ゲスト材料が1wt%になるように 15nm の厚さに共蒸着し、電子輸送材料として、2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリンを 35nm の厚さに積層した。ホスト材料としてのEM1の発光スペクトルのピーク波長は 428nm である。次にリチウムを 0.5nm ドーピングし、アルミニウムを 200nm 蒸着して陰極とし、 $5\times 5\text{mm}$ 角の素子を作製した。ここで言う膜厚は水晶共振膜厚モニター表示値である。発光特性として、輝度計、蛍光分光光度計、色彩色差計を用いて、輝度、発光スペクトル、CIE色度を測定した。この発光素子の最高輝度は 2120カンデラ/平方メートル 、発光スペクトルのピーク波長は 459nm であり、CIE色度(0.16、0.16)の良好な青色発光が得られた。

【0033】

【化1】



【0034】比較例1

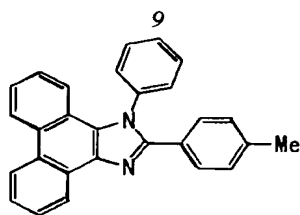
ホスト材料として、発光スペクトルのピーク波長が 510nm である、ビス(2-メチルキノリノラート)(2-ピリジノラート)アルミニウム(III)を用いた以外は実施例1と全く同様にして素子を作製した。発光ピーク波長は 510nm であり、ゲスト材料へのエネルギー移動は見られなかった。

【0035】実施例2

ホスト材料として発光スペクトルのピーク波長が 430nm のEM2を用いた以外は実施例1と全く同様にして素子を作製した。最高輝度は 1385カンデラ/平方メートル 、発光波長は 460nm であり、実施例1と同様の良好な青色発光が得られた。

【0036】

【化2】

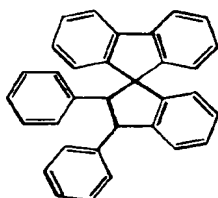


【0037】実施例3

ホスト材料として発光スペクトルのピーク波長が458 nmのEM3を用いた以外は実施例1と全く同様にして素子を作製した。最高輝度は3450カンデラ/平方メートル、発光波長は460 nmであり、実施例1と同様の良好な青色発光が得られた。

【0038】

【化3】



【0039】実施例4

ホスト材料として発光スペクトルのピーク波長が434 nmのEM4を用いた以外は実施例1と全く同様にして素子を作製した。最高輝度は684カンデラ/平方メートル、発光波長は459 nmであり、実施例1と同様の良好な青色発光が得られた。

【0040】

【化4】



【0041】実施例5

ホスト材料として発光スペクトルのピーク波長が460 nmのEM5を用いた以外は実施例1と全く同様にして素子を作製した。最高輝度は1794カンデラ/平方メートル、発光波長は460 nmであり、実施例1と同様の良好な青色発光が得られた。

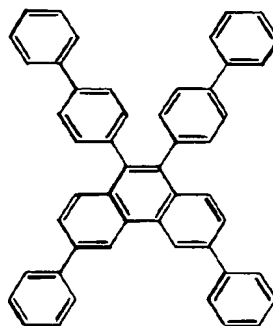
【0042】

【化5】

(6)

特開2001-118683

10

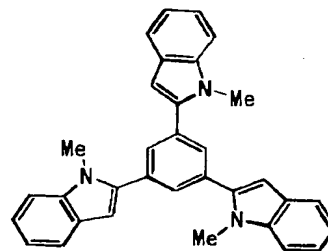


【0043】実施例6

ホスト材料として発光スペクトルのピーク波長が439 nmのEM6を用いた以外は実施例1と全く同様にして素子を作製した。最高輝度は1610カンデラ/平方メートル、発光波長は460 nmであり、実施例1と同様の良好な青色発光が得られた。

【0044】

【化6】



20

【0045】実施例7

ゲスト材料として、1,3-ジメチルイソベンゾフランを用いた以外は実施例1と全く同様にして素子を作製した。最高輝度は1238カンデラ/平方メートル、発光波長は447 nmであり、CIE色度(0.16, 0.13)の良好な青色発光が得られた。

【0046】実施例8

ゲスト材料として、3-メチル-7-ジメチルアミノクマリンを用いた以外は実施例1と全く同様にして素子を作製した。最高輝度は696カンデラ/平方メートル、発光波長は437 nmであり、CIE色度(0.16, 0.09)の良好な青色発光が得られた。

【0047】実施例9

実施例1と全く同様にして素子を作製した。本素子を真空セル内で1mAパルス駆動(Duty比1/60、パルス時の電流値60mA)させたところ、初期輝度の70%の輝度を保持しながら1000時間以上連続発光が可能であった。

【0048】実施例10

ITO透明導電膜を150 nm堆積させたガラス基板(旭硝子(株)製、15Ω/□、電子ビーム蒸着品)を30×40 mmに切断、フォトリソグラフィ法によって300 μmピッチ(残り幅270 μm)×32本のストライプ状にパターン加工した。ITOストライプの長辺

50

方向片側は外部との電氣的接続を容易にするために1.27mmピッチ（開口部幅800 μ m）まで広げてある。この基盤を用いて実施例1と同様にして素子を作製した。但し、陰極は厚さ50 μ mのコパール板にウエットエッチングによって16本の250 μ mの開口部（残り幅50 μ m、300 μ mピッチに相当）を設けたマスクを、真空中でITOストライプに直交するようにマス

ク交換し、マスクとITO基板が密着するように裏面から磁石で固定して作製した。本素子をマトリクス駆動させたところ、クロストークなく文字表示できた。

【0049】

【発明の効果】本発明は、高輝度で色純度に優れた青色発光素子を提供できるものである。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

FI

テームト* (参考)

C09K 11/06

650

C09K 11/06

650

// C07D 209/14

C07D 209/14

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.